

# STUDI KOROSI BESI COR KELABU DILINGKUNGAN TEMPERATUR TINGGI YANG MENGANDUNG $H_2SO_4$ DAN NaCl

Yovial Mahyoedin<sup>1</sup>, Edi Septe<sup>2</sup>, Amad Yani<sup>3</sup>

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Bung Hatta, Padang

E-mail: [jmahyoedin@yahoo.com](mailto:jmahyoedin@yahoo.com)

## ABSTRAK

Besi cor kelabu merupakan bahan yang memiliki kekuatan baik, banyak digunakan pada blok silinder mesin disel dan tungku pemanas. Penggunaan bahan pada suhu tinggi dapat mengalami pengkorosian, karena pada suhu tinggi kinetika reaksi kimia akan meningkat sehingga akan mempercepat laju korosi. Penelitian ini dilakukan untuk mengkaji laju korosi besi cor kelabu dalam lingkungan dengan suhu tinggi yang mengandung unsur  $H_2SO_4$  dan NaCl. Pengujian dilakukan dengan variasi waktu dari 5 hingga 8 jam dan pada suhu  $700^{\circ}C$ . Bahan uji dipanaskan sebelumnya selama 30 menit dengan suhu  $200^{\circ}C$ . Pada suhu ini benda uji dilapisi larutan NaCl dan  $H_2SO_4$  dengan perbandingan 50:50 yang nantinya akan dilarutkan dengan 400ml air. Setelah pelapisan, pengujian dengan suhu tinggi dilakukan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa bahan kehilangan berat sebesar 0,0085 mm/year dalam waktu 5 jam. Pada waktu 6 jam diperoleh kehilangan berat sebesar 0,0048 mm/year, untuk waktu 7 jam diperoleh kehilangan berat sebesar 0,0189 mm/year dan untuk waktu 8 jam diperoleh kehilangan berat yang sangat signifikan yaitu sebesar 0,0257 mm/year. Keberadaan deposit NaCl dan  $H_2SO_4$  pada lapisan besi cor kelabu sangat signifikan dalam mempengaruhi laju oksidasi.

**Kata kunci:** besi cor kelabu, korosi, suhu tinggi, NaCl dan  $H_2SO_4$

## 1. Pendahuluan

Korosi tidak dapat didefinisikan tanpa referensi ke lingkungan. Semua lingkungan adalah korosif dengan derajat berbeda. Korosi memiliki dampak serius karena mempengaruhi fungsi dari logam, tumbuhan, dan peralatan. Petroleum, *chemical*, petrokimia, konstruksi, manufaktur, *pulp and paper*, dan industri transportasi (kereta api, otomotif, dan pesawat terbang) merupakan kontributor terbesar terhadap biaya akibat korosi [1].

Pembentukan sel korosi merupakan hal penting untuk terjadinya korosi. Sebuah sel korosi pada dasarnya terdiri dari empat komponen, yaitu anoda, katoda, elektrolit, dan logam *path*. Reaksi katodik adalah reaksi reduksi yang terjadi di katoda. Reaksi kimia pada suhu dan tekanan konstan hanya akan terjadi

jika ada penurunan energi bebas secara keseluruhan dalam sistem selama reaksi. Potensial elektroda tunggal absolute adalah sifat khas logam [1,2].

Di lain pihak, korosi pada suhu tinggi adalah bentuk korosi yang tidak memerlukan kehadiran cairan elektrolit. Pada suhu tinggi, energi kinetik partikel meningkat sehingga kemungkinan terjadinya tumbukan efektif pada reaksi redoks semakin besar [3,4]. Reaksi redoks yang semakin cepat akan mempercepat peristiwa korosi. Penelitian laju korosi beberapa bahan logam oleh peneliti menunjukkan hal itu [5,6,7,8,9]. Hasil penelitian baja karbon dalam larutan terkonsentrasi  $\text{LiNO}_3$  pada suhu tinggi dengan menggunakan metode penurunan berat menunjukkan bahwa peningkatan suhu dan pH akan meningkatkan laju korosi [5]. Pengaruh suhu terhadap laju korosi dengan menggunakan nikel/besi dan baja tahan karat yang diletakkan dalam tungku juga menunjukkan perilaku yang sama [6].

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui laju korosi besi cor kelabu dilingkungan suhu tinggi yang mengandung  $\text{H}_2\text{SO}_4$  dan  $\text{NaCl}$

## 2. Metodologi Penelitian

### 2.1. Persiapan Bahan

Bahan yang digunakan dalam pengujian ini adalah besi cor kelabu yang berbentuk tabung dengan ukuran 20 x 25 mm dengan komposisi sebagai berikut:

Tabel 1. Komposisi besi cor kelabu

Karbon	Silikon	Fosfor	Mangan	Sulfur
2,5 - 4,0%	1-3%	0,002-1,0%	0,2-1,0%	0,02-0,025%

Jenis larutan yang digunakan adalah  $\text{H}_2\text{SO}_4$  dan  $\text{NaCl}$  dengan konsentrasi yang seimbang 50:50. Alkohol 70% digunakan untuk membersihkan spesimen dan dilakukan pada tahap akhir persiapan spesimen.

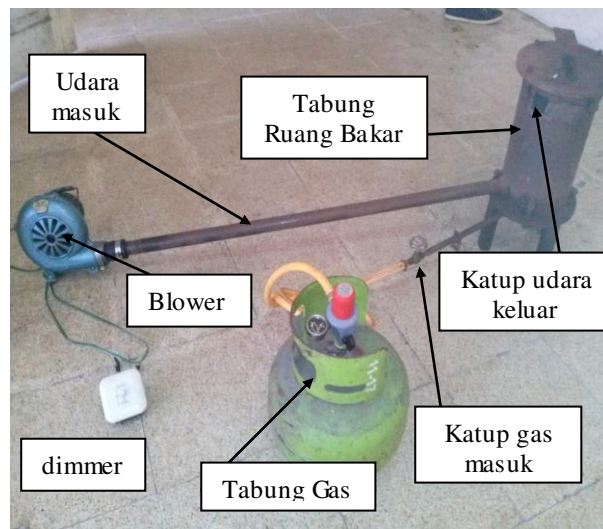
Suhu yang digunakan dalam pengujian ini adalah  $200^\circ\text{C}$  pada *hot plate*, dan  $\pm 700^\circ\text{C}$  pada ruang bakar.

### 2.2. Pembuatan Spesimen dan Pengujian

Spesimen berukuran 20 x 25 mm dan diberi lubang dibagian tengahnya dengan diameter 5mm (gambar 1), kemudian berat awal masing-masingnya ditimbang. Spesimen diletakkan pada *hot plate* dengan suhu rata-rata  $200^\circ\text{C}$  selama 30 menit, kemudian pada permukaan spesimen disemprotkan campuran larutan dengan komposisi 50%  $\text{NaCl}$  + 50%  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  + 400ml *aquades* hingga semua permukaan spesimen tertutup sempurna. Spesimen yang telah diberi lapisan kemudian ditimbang guna mengetahui berapa berat spesimen tersebut setelah diberi lapisan  $\text{NaCl}$  +  $\text{H}_2\text{SO}_4$  + air. Spesimen kemudian dimasukkan ke ruang bakar pada suhu  $700^\circ\text{C}$  masing-masing selama 5, 6, 7 dan 8 jam. Instalasi ruang bakar dalam pengujian ini ditunjukkan pada gambar 2. Setelah itu, spesimen yang sudah diberi perlakuan pemanasan ini dibersihkan dengan alkohol 70%, dan masing-masingnya kemudian ditimbang [10].



Gambar 1. Spesimen



Gambar 2. Alat Uji Korosi Suhu Tinggi

### 2.3. Pengukuran Laju Korosi - Metode Kehilangan Berat

Laju korosi dapat dihitung melalui metode *weight loss* [4], yaitu memperoleh jumlah kehilangan berat yang diakibatkan oleh pengkorosian selama jangka waktu tertentu, mengikuti formulasi berikut:

$$Mpy = \frac{534 \times W}{A \times D \times T}$$

Keterangan:

Mpy = mils per year  
(mg)

D = Density (g/cm<sup>3</sup>)  
(in<sup>2</sup>)

T = Waktu (Jam).

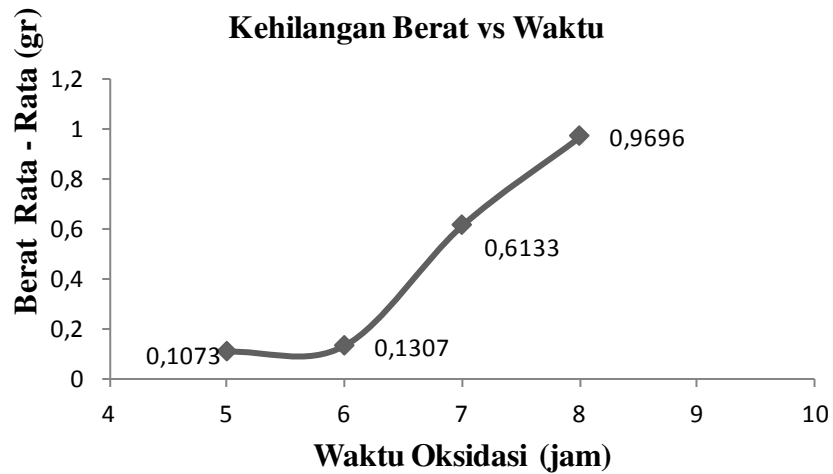
W = Selisih Berat / *Weight loss*

A = Luas permukaan spesimen

### 3. Analisis dan Pembahasan

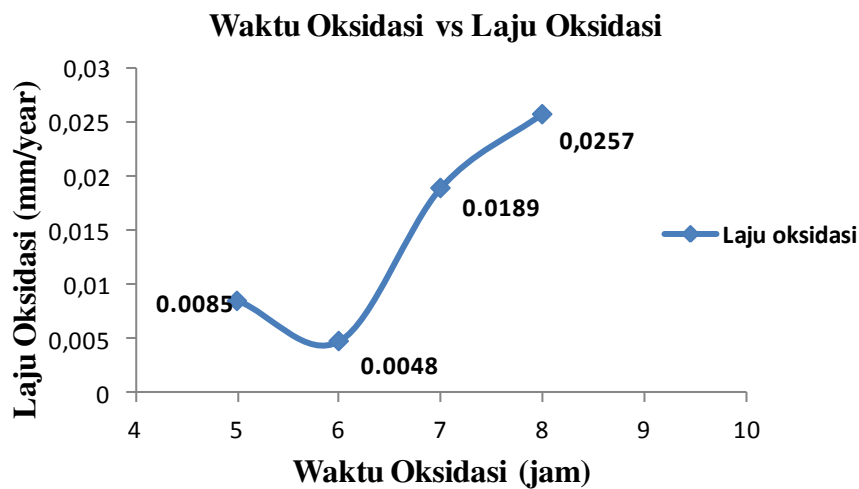
Gambar 3 menunjukkan grafik kehilangan berat yang terjadi pada spesimen selama variasi waktu pemaparan. Grafik memperlihatkan bahwa semakin lama waktu pemanasan (pemaparan) spesimen semakin besar kehilangan berat rata-rata

spesimen. Kehilangan berat spesimen menunjukkan meningkatnya jumlah oksidasi yang terbentuk selama waktu paparan pada spesimen. Hal ini dapat dikaitkan dengan proses korosi yang terjadi melalui reaksi redoks akibat adanya interaksi antara logam dan larutan yang mengakibatkan perpindahan kation.



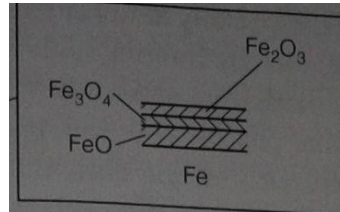
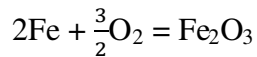
Gambar 3. Kehilangan Berat vs Waktu Oksidasi

### Perhitungan Laju Korosi



Gambar 4. Perbandingan Waktu Oksidasi vs Laju Oksidasi

Dari gambar 4. terlihat bahwa pengurangan berat spesimen untuk waktu 5 sampai 7 jam tidak terlalu signifikan. Hal ini disebabkan karena adanya penumpukan oksidasi pada daerah permukaan yang menyebabkan sulitnya udara masuk dan bereaksi terhadap unsur kimia yang terkandung pada spesimen (gambar 5). Adapun unsur reaksi kimia yang terjadi pada bagian luar permukaan spesimen adalah:



Gambar 5. Reaksi yang terjadi pada permukaan Spesimen

Namun untuk waktu 8 jam pengurangan berat yang dialami spesimen sangatlah signifikan dikarenakan mulai terbentuknya pori-pori pada permukaan oksidasi sehingga membuat udara ( $\text{O}_2$ ) bisa menembus dinding permukaan oksidasi dan berikatan kembali dengan unsur kimia spesimen yang akan membentuk lempengan pada bagian luar spesimen yang akan terkelupas (gambar 6.)



Gambar 6. Permukaan Spesimen yang mengalami pengelupasan

#### 4. Kesimpulan.

Korosi suhu tinggi sangat berkaitan dengan ketahanan oksidasi dan ketahanan oksidasi harus terkait dengan rasio volume oksida dan logam per gram atom logam. Apabila volume rasio kurang dari 1 akan menghasilkan lapisan oksida yang tidak cukup untuk menutupi logam yang akan dilindungi, sehingga selaput ini akan berpori dan tidak berfungsi sebagai pelindung. Proses oksidasi terus berjalan dengan laju linier terhadap waktu, dimana rasio yang jauh lebih besar dari 1 akan cenderung untuk menghasilkan lapisan oksida yang dapat menutupi permukaan material, sehingga berfungsi sebagai pelindung.

Penelitian ini menunjukkan bahwa pemberian lapisan larutan  $\text{NaCl}$  dan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  pada spesimen besi cor kelabu sangat mempengaruhi laju oksidasi (korosi) dilingkungan suhu  $\pm 700^\circ\text{C}$ . Hal ini karena terdapat ion klorida yang dapat mempengaruhi kandungan oksigen terlarut sehingga mempercepat laju oksidasi.

Berdasarkan pengujian ini dapat dikatakan bahwa semakin lama waktu pengujian maka semakin banyak pengurangan berat yang akan dialami oleh spesimen. Hal ini disebabkan karena dengan waktu yang cukup lama maka akan mulai terbentuk pori-pori pada spesimen sehingga udara akan dapat masuk melalui pori-pori tersebut dan akan membentuk lempengan pada permukaan spesimen yang akan terkikis.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pengurangan berat yang signifikan terjadi pada pengujian 8 jam dibandingkan dengan waktu pengujian 5 sampai 7 jam.

## 5. Referensi

1. Ahmad Z. 2007. *Principles of Corrosion Engineering and Corrosion Control*. Elsevier Ltd, ISBN: 978-0-7506-5924-6.
2. Edward McCafferty. 2010. *Introduction to Corrosion Science*. Springer. ISBN: 978-1-4419-0454-6.
3. Pierre R. Roberge. 2012. *Handbook of Corrosion Engineering*, 2<sup>nd</sup> Edition, McGraw-Hill Education: New York. ISBN: 9780071750370
4. Jones. Denny A. 1992. *Principle and Prevention of Corrosion*, Maxwell Macmillan, Singapura.
5. Chunhuan Luo, Qingquan Su. 2013. *Corrosion of carbon steel in concentrated LiNO<sub>3</sub> solution at high suhu*. Corrosion Science, Volume 74: 290–296.
6. Awassada Phongphiphat, Changkook Ryu, Yao Bin Yang, Karen N. Finney, Adrian Leyland, Vida N. Sharifi, Jim Swithenbank. 2010. *Investigation into high-suhu corrosion in a large-scale municipal waste-to-energy plant*. Corrosion Science, Volume 52 (12): 3861–3874.
7. S.E. Ziemniak, M. Hanson. 2002. *Corrosion behavior of 304 stainless steel in high temperature, hydrogenated water*. Corrosion Science, Volume 44(10): 2209–2230
8. Lv Jinlong, Luo Hongyun, Liang Tongxiang. 2015. Influence of pre-deformation and oxidation in high temperature water on corrosion resistance of type 304 stainless steel. Journal of Nuclear Materials Volume 466: 154–161.
9. Rihan Omar, Rihan, Srdjan Nešić. 2006. Erosion–corrosion of mild steel in hot caustic. Part I: NaOH solution. Corrosion Science, Volume 48(9): 2633–2659
10. ASM Metal Handbook Volume 3, 1992, *Corrosion : Fundamentals, Testing and Protection*. USA : ASM Internasional.
11. ASM Handbook Volume 13A, 2003 , *Corrosion : Fundamentals, Testing and Protection*. USA : ASM Internasional.